- Manuale tecnico -

SISTEMI FUORI SUOLO SEMPLIFICATI PER COLTIVAZIONI URBANE

Lifelong Learning Programme

***

Le attività di agricoltura urbana rappresentano un valido strumento per l'apprendimento permanente degli adulti, e in particolare per favorire l'acquisizione di competenze chiave fondamentali per chiunque viva in una società fondata sulla conoscenza.

Questi materiali sono stati redatti nell'ambito del progetto europeo *Hortis – Horticulture in towns for inclusion and socialization* (526476-LLP-1-2012-1-IT-GRUNDTVIG-GMP), integrando le competenze specifiche e le diverse esperienze nell'ambito dell'orticoltura urbana riscontrate nelle città partner: Bologna (Italia), Berlino (Germania), Budapest (Ungheria) e Cartagena (Spagna).

Ciascun partner ha contribuito con le proprie conoscenze in un ambito specifico realizzando un e-book che è successivamente evoluto attraverso un approccio empirico di scambio di competenze e revisione condivisa, al fine di ottenere una visione comune e trasversale dell'orticoltura urbana.

Il risultato di questo processo partecipativo sono cinque volumi ben documentati che affrontano diversi argomenti quali l'Orticoltura Comunitaria Sostenibile in Città (e-book 1), la Gestione Sostenibile dell'Orto Urbano (e-book 2), i Sistemi di Coltivazione nell'Orto Urbano (e-book 3), i Sistemi Fuori Suolo Semplificati per la Produzione di Ortaggi in Città (e-book 4) e l'Agricoltura a Km Zero, manuale per il consumatore urbano (e-book 5).

Speriamo che questi materiali possano aprirvi nuovi orizzonti ed ispirarvi nuovi modi per rendere la vostra vita e la vostra città più verdi.

***

Il materiale qui presentato può essere usato nel rispetto della:

Licenza Creative Commons

Non Commercial Share Alike

Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto europeo

Hortis – Horticulture in towns for inclusion and socialisation

(n. 526476-LLP-1-2012-1-IT-GRUNDTVIG-GMP)

www.hortis-europe.net

Il presente progetto è stato finanziato con il sostegno della Commissione Europea. Gli autori sono i soli responsabili di questa pubblicazione e la Commissione declina ogni responsabilità sull'uso che potrà essere fatto delle informazioni in essa contenute.

Editore
Horticity S.r.l.
Via Nosadella, 45
40125 – Bologna
www.horticity.it

Redazione
Francesco Orsini
Nicola Michelon
Giorgio Prosdocimi Gianquinto

Illustrazioni
Lucrezia Pascale
Federica Fruhwirth

Traduzione
Stefano Draghetti
Francesca Magrefi

Grafica e impaginazione
Lucrezia Pascale

Indice

PREFAZIONE 7
SCEGLIERE IL TIPO DI SISTEMA 9
I principi della coltivazione fuori suolo ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Sistema verticale con bottiglie 10
Sistema NFT modificato 13
Tavoli di coltivazione 15
Coltivazione in pannelli galleggianti (Floating System) 19
Hortilla 22
Coltivazione in vasi e contenitori 23
Sistemi di coltivazione in sacchi 24
DOVE COSTRUIRE UN ORTO 25
Scelta del sito e aggiustamenti ambientali 25
TECNICHE DI COLTIVAZIONE 27
Nutrizione delle piante 27
La soluzione nutritiva (SN) 28
Substrato 31
IL VIVAIO 35
GESTIONE DELLE PROCEDURE COLTURALI DI ROUTINE 37
LETTURE CONSIGLIATE 38

PREFAZIONE

Le prime esperienze documentate di coltivazione fuori suolo risalgono a circa tre secoli fa. Tuttavia, la coltivazione delle piante al di fuori del terreno era pratica comune già nelle culture antiche, come dimostrano i giardini pensili babilonesi, le isole galleggianti del lago Titicaca nelle Ande, o il lago birmano Inle nel Sud-Est asiatico. Nel corso del ventesimo secolo la tecnologia associata alla coltivazione fuori suolo è cresciuta notevolmente, mettendo le basi per la diffusione della "Coltivazione fuori suolo ad alta tecnologia" (High Technology Soilless Cultivation, HTSC) nella quale vengono impiegati sistemi di coltivazione intensiva al fine di offrire grandi vantaggi per i coltivatori. I sistemi HTSC sono attualmente caratterizzati da un elevato livello di automatismo, con accurato controllo climatico nell'ambiente di crescita (solitamente si trovano all'interno di serre), regolazione degli input (acqua e nutrienti) in relazione allo stadio di crescita della pianta e un'importante meccanizzazione del processo di coltivazione. I principali vantaggi della coltivazione fuori suolo consistono nell'autonomia rispetto alla presenza di terreni fertili, nella riduzione del fabbisogno di acqua e nell'elevata efficienza produttiva, anche se nella pratica nessuno di questi parametri risulta essere necessariamente correlato con il livello tecnologico del sistema. Così, i sistemi semplificati di coltivazione fuori suolo (Simplified Soilless Cultivation, SSC, nota anche semplicemente come idroponia semplificata, Simplified Hydroponics, SH), hanno visto una notevole diffusione negli ultimi anni, anche grazie ai numerosi vantaggi che presentano. Tra questi, la facilità di costruzione e gestione, la ridotta richiesta di lavoro manuale, la minore incidenza di malattie del terreno, il possibile uso di materiali a basso costo o riciclati per la costruzione di semenzai e strutture di coltivazione, l'intensificazione di rese e produzioni, l'avvicinamento del momento del consumo alla fase di raccolta con conseguente minor necessità di strutture per l'immagazzinamento dei prodotti. Tali sistemi si stanno diffondendo nelle aree urbane dove consentono di trovare soluzioni alla bassa fertilità dei suoli, alla scarsa disponibilità di acqua per l'irrigazione, alla ridotta estensione delle terre coltivabili e all'inquinamento ambientale. Esperienze di successo di SSC sono state condotte negli ultimi decenni in tutto il mondo e oggi è disponibile un numero rilevante di soluzioni di questo tipo, con conseguente adattamento alle particolari condizioni sociali e ambientali dei contesti più differenti. Tuttavia, è necessario tenere presente che i sistemi fuori suolo richiedono requisiti specifici, in particolare con riferimento alla gestione dei nutrienti: trattandosi infatti di sistemi ecologici piuttosto piccoli, cicli autonomi di rigenerazione e riqualificazione delle risorse non sono possibili e risulta pertanto fondamentale reintegrare le risorse consumate dalla coltura. Inoltre, sebbene tali sistemi siano in grado di offrire possibilità di spostare il luogo di coltivazione, va tenuto sempre presente che le comunità che li impiegano non possono

muoversi con la stessa facilità: pertanto ritenere di poter spostare a piacimento un orto da una zona all’altra della città potrebbe portare a sopravvalutare la sostenibilità dello stesso nel lungo periodo. A fronte di queste premesse, la coltivazione idroponica semplificata può spesso rappresentare l'unica possibilità di coltivazione in molti contesti urbani. Questo e-book vi guiderà nella creazione del vostro giardino, a prescindere dal posto in cui vi trovate e dal suolo di cui disponete.

SCEGLIERE IL TIPO DI SISTEMA

I principi della coltivazione fuori suolo

La scelta del sistema di coltivazione più adatto deve tenere in considerazione lo spazio dove sarà costruito, le infrastrutture disponibili (muri, recinzioni, ecc.), i materiali da utilizzare, la disponibilità economica di investimento e, non meno importante, lo scopo principale della coltivazione (produttiva, estetica, ricreativa, terapeutica, ecc.). Alcuni dei sistemi che verranno di seguito descritti potranno risultare più efficienti per la coltivazione in comunità, mentre altri saranno più adatti per uso individuale o domestico. Come regola generale, quando si inizia una coltivazione fuori suolo, è consigliabile scegliere tra diverse tipologie possibili al fine di individuare i sistemi che meglio possano adattarsi al clima, eventualmente anche valutando l'applicabilità di soluzioni innovative costruite con i materiali che si hanno a disposizione.

I sistemi fuori suolo semplificati possono essere divisi in due categorie principali, in base alla gestione dell'acqua in eccesso conseguente all'irrigazione: si parla di sistema a circuito chiuso quando l'acqua drenata viene riutilizzata per successive irrigazioni e di ciclo aperto quando invece l'acqua drenata viene scartata. Mentre i primi presentano un grado di efficienza d'uso dell'acqua superiore (permettono di risparmiare fino all'80% dell'acqua solitamente usata in un analogo terreno di coltivazione), gli ultimi sono generalmente più economici e richiedono tecnologie e competenze inferiori per la gestione della nutrizione delle piante. Un'altra classificazione dei sistemi può essere adottata considerando come l'acqua (o soluzione nutritiva) viene gestita dal sistema. Alcuni sistemi (per esempio sistemi con pannelli galleggianti o coltivazione in mezzo liquido, anche conosciuti come "floating system" e "deep water culture") prevedono che una riserva di acqua si trovi sempre in contatto con la radice delle piante, mentre in altri sistemi (la grande parte di quelli presentati in questo manuale) l'acqua viene fornita ad intervalli regolari e poi lasciata drenare. Ancora una volta, i primi richiedono una tecnologia e lavoro più limitati e gli ultimi presentano meno problemi grazie alla maggiore ossigenazione della riserva idrica e generalmente risultati migliori dal punto di vista della produzione. Nel presente manuale saranno descritti alcuni dei sistemi più comunemente usati. Tuttavia, è importante tenere presente che non esiste un sistema di coltivazione in assoluto migliore degli altri, ma che esistono soluzioni ottimali a seconda della situazione. I sistemi di coltivazione qui illustrati sono quelli che hanno presentato risultati soddisfacenti in una serie di prove effettuate in contesto urbano.

I sistemi che saranno di seguito illustrati sono:

- Sistema verticale con bottiglie
- Sistema NFT modificato
- Sistemi in cassetta
- Sistema con pannelli galleggianti
- Hortilla
- Vasi e contenitori di coltivazione
- Sistema di coltivazione in sacchi

Sistema verticale con bottiglie

Il sistema con bottiglie è stato utilizzato per la prima volta in Brasile e successivamente adottato in diversi progetti per la promozione della SSC in altri paesi dell'America Latina (es. in Perù) così come in Africa occidentale (es. Burkina Faso, Costa d'Avorio, Mauritania), e del Sud-Est asiatico (es. Myanmar). Recentemente, una variante costruita utilizzando bambù al posto delle bottiglie è stata introdotta e testata con successo in Myanmar e Costa d'Avorio. In Europa questo sistema è stato adottato con successo a Bologna (Italia) in un orto fuori suolo semplificato, sia con fini didattici (orto scolastico presso le scuole Guido Reni di Bologna) che sociali (orto sui tetti di edifici di edilizia residenziale pubblica in via Gandusio, Bologna - **Fig. 1**). Trattandosi di un sistema a ciclo chiuso è possibile massimizzare l'efficienza dell'acqua e dei nutrienti, con completo riutilizzo della soluzione nutritiva distribuita in eccesso. Inoltre, la sua costruzione permette il riciclo di materiali di scarto come per esempio le bottiglie di plastica.

I principali elementi di un sistema con bottiglie sono:

- *Contenitori di piante*: le piante vengono ospitate in contenitori impermeabili, cioè bottiglie di plastica. La bottiglia è generalmente usata capovolta. Sul fondo del contenitore (il tappo della bottiglia) viene praticato un foro e inserito il tubo di scarico. I contenitori vengono poi riempiti con un substrato di crescita (vedere sezione specifica); preferibilmente uno strato sottile (3-4 cm) di substrato altamente drenante (es. argilla espansa, perlite), sopra il quale viene posto un substrato a più elevata ritenzione idrica (es. fibra di cocco) oppure una miscela di diversi materiali (es. cocco + perlite + argilla). Si consiglia di aggiungere un filtro (es. tessuto permeabile all’acqua) sul coperchio per evitare che piccole particelle di substrato possano otturare il tubo di scarico.

Figura 1. *Esempi di sistema verticale con bottiglie.*

- *Sistema idraulico*: sono presenti due elementi principali, nello specifico il sistema di irrigazione e quello di drenaggio. Oltre a consentire di riciclare l'acqua, il ciclo chiuso ne riduce la perdita per evaporazione ed inoltre limita la diluizione della soluzione nutritiva legata a infiltrazioni durante le piogge. Il sistema di irrigazione è composto da una pompa a immersione collegata a un timer che gestisce il rilascio della soluzione nutritiva verso i contenitori di piante attraverso un sistema di erogazione costituito da materiale in polietilene (PE) con tubi dal lume maggiore (Ø 16 mm) e altri tubi e micro-tubi più ridotti (Ø 3 mm). I gocciolatori (2-5 l h^{-1}) vengono utilizzati per la regolazione del flusso d'acqua. L'adozione di gocciolatori variabili può consentire una loro facile apertura da parte dell'operatore, in modo da essere puliti e sterilizzati con 24-48 ore di immersione in una soluzione contenente aceto, acido citrico o candeggina. La lunghezza del sistema di irrigazione (tubo + micro-tubi) deve essere tarata in relazione alla dimensione del giardino e alla distanza dei contenitori di piante dal tubo principale. La lunghezza dei micro-tubi deve essere comunque uniformata al fine di evitare differenze nella pressione dell'acqua e conseguentemente disomogeneità nell'apporto idrico alle piante. Il sistema di drenaggio è deputato a portare l'acqua in eccesso al contenitore principale, così che possa essere riutilizzata in seguito.

Questa parte può essere composta da micro-tubi (Ø 7 mm, diametro maggiore che dovrebbe consentire di evitare l'otturazione) che vengono inseriti direttamente sull'estremità inferiore del contenitore (es. il tappo della bottiglia). Questi micro-tubi sono poi fatti confluire in tubazioni principali di drenaggio (Ø 20-25 mm) ed infine verso il serbatoio di raccolta.

- - *Sistema di supporto*: un sistema di supporto verticale servirà a fissare i contenitori di piante e il sistema di irrigazione così da consentire un drenaggio (per flusso di gravità) dell'acqua in eccesso verso il serbatoio di raccolta. Come regola generale, il tubo di irrigazione principale deve essere collocato circa 10 cm sopra i contenitori di piante. Il sistema di supporto può essere reggersi autonomamente o essere fissato a una parete. Una soluzione efficace la si può trovare utilizzando recinzioni di protezione, che possono offrire supporto anche per piante di taglia medio-grande (es. per la coltivazione di pomodori, cetrioli, fagioli, ecc.)

La struttura di base del sistema è mostrata in **Fig. 2**.

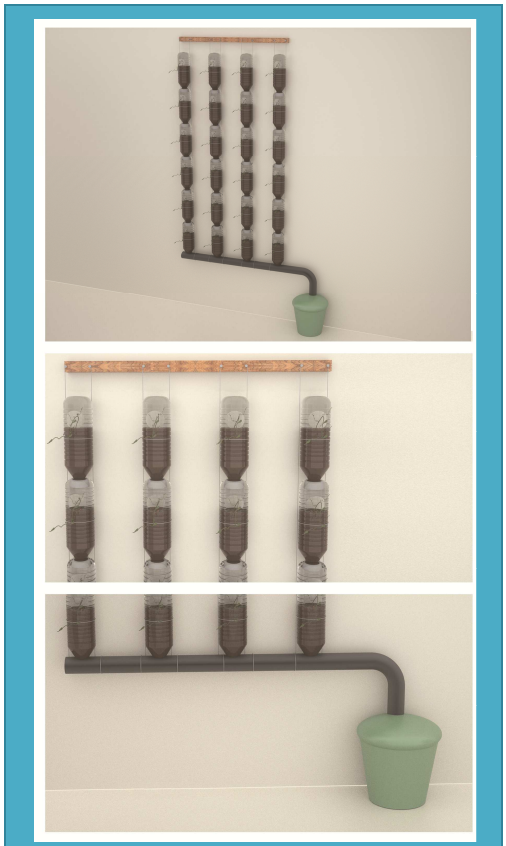


Figura 2. *Struttura di base dei sistemi verticali con bottiglie.*

Come funziona il sistema di bottiglie verticale

Il funzionamento e la manutenzione ordinari del sistema sono dati da controllo e pulizia di tutti i gocciolatori una volta alla settimana, diserbo e, quando necessario, dal monitoraggio di un'eventuale presenza di parassiti e malattie in tutto il sistema. Una volta all'anno, di solito quando il sistema è in manutenzione, il substrato andrebbe rimosso e sostituito o disinfettato. Allo stesso tempo, il sistema idraulico deve essere lavato con una soluzione costituita da 0,005 litri di candeggina disciolti in 1 litro di acqua. Prima della ripresa delle operazioni orticole, tutto il sistema deve essere sciacquato bene con acqua pulita.

Sistema NFT modificato

Il sistema NFT (Nutrient Film Technique) è stato sviluppato dal Dr. Allen Cooper nel 1965 in Inghilterra, e consiste di canaline con pendenza del 1% in cui circola la soluzione nutritiva.

***Figura 3**. Sistema NFT modificato a Bologna, Italia.*

Il sistema originale è stato modificato dal Centro de Investigación de Hidroponia y Nutrición Mineral (CIHNM), della Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) a Lima, in Perù, per rendere fattibile la produzione di diverse verdure e per adattare questa tecnica alla realtà del paesi latino-americani (Rodríguez-Delfin, 2012). Un sistema NFT modificato è stato adottato con successo in orti fuori suolo costruiti sui tetti a Bologna (Italia) (**Fig. 3**) e a Lima (Perù) (**Fig. 4**). Questo sistema NFT modificato utilizza come canali di coltura dei tubi da grondaia in PVC, all'interno dei quali il ricircolo della soluzione nutritiva è intermittente (per periodi di 15 minuti ogni mezz'ora) e regolato da un timer collegato a una pompa che si trova in un serbatoio. Nei canali di coltura, viene mantenuto uno strato di 25 millimetri di soluzione nutritiva mentre la pompa è spenta, livello sufficiente a far sì che le radici rimangano in costante approvvigionamento idrico e nutritivo (Rodríguez-Delfin, 2012). Il sistema realizzato a Bologna è simile a quello progettato dal CIHNM, con lievi modifiche: il tubo in PVC presenta in ausilio un sistema di irrigazione a goccia e anche una pendenza dell'1% che permette all'acqua di tornare al serbatoio ed essere riutilizzata.

***Figura 4**. Sistema NFT modificato a Monterrey, Lima, Perù*

Come assemblare un sistema NFT modificato

Materiale necessario: tubi in PVC da 4 pollici di diametro (e di lunghezza coerente con lo spazio disponibile), colla per PVC, vasetti o bicchieri di plastica forati, fascette, trapano con punta a tazza (per realizzare fori poco più piccoli del diametro dei vasetti), serbatoio (capacità di circa 500 l), tubo nero in polietilene (Ø 16 mm), tubo in polietilene più piccolo (Ø 3 mm), gocciolatori, connettori.

Istruzioni di montaggio: Prima di tutto, i tubi in PVC devono essere fissati sulla struttura verticale presente (recinzioni, muri). Per fare questo, i vari tubi (in genere 1-3 m di lunghezza) vengono accostati e incollati, con raccordi ad L negli angoli. L'adozione di colla per PVC è fondamentale per evitare perdite. Allo stesso tempo, i tubi devono essere fissati sulla guida mediante fascette come mostrato nella **Fig. 5**, prestando attenzione che esista una pendenza (circa 1%) che assicuri il flusso d'acqua verso il serbatoio in cui è posizionata la pompa. Una volta che il tubo è stato fissato alla struttura verticale, possono essere eseguite le forature per mettere i vasetti (ogni 30 cm) con un trapano e la punta a tazza. Infine, deve essere installato il sistema di irrigazione: la soluzione nutritiva deve essere pompata dal serbatoio raggiungendo quindi ogni pianta, attraverso dei gocciolatori collegati a tubi capillari in polietilene, a loro volta inseriti in un tubo di polietilene nero che corre sulla parte superiore del tubo di PVC.

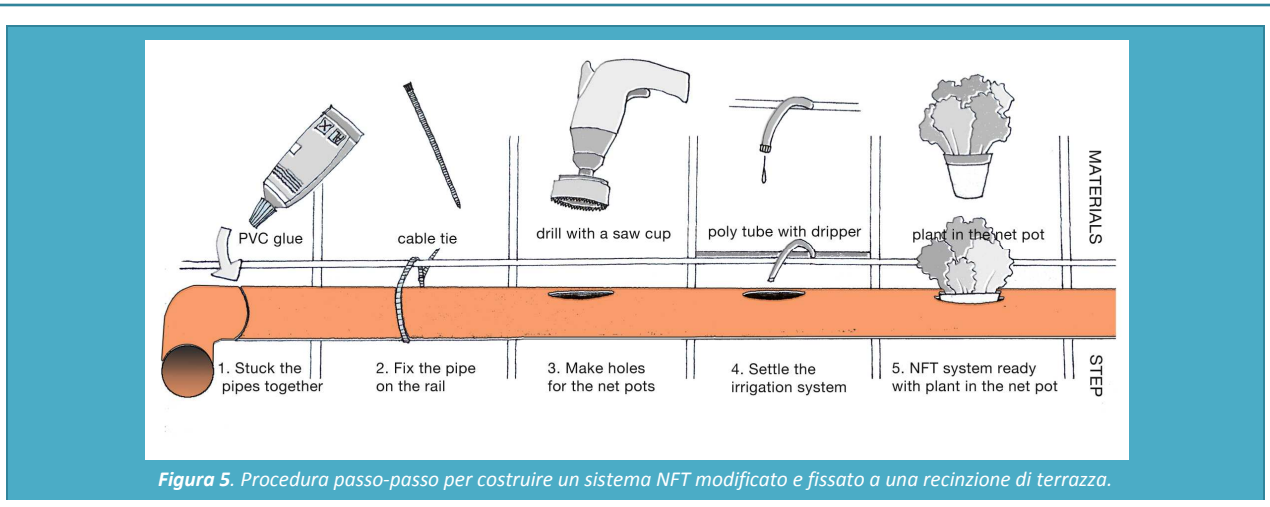

PVC glue
cable tie
drill with a saw cup
poly tube with dripper
plant in the net pot
MATERIALS
1. Stuck the pipes together
2. Fix the pipe on the rail
3. Make holes for the net pots
4. Settle the irrigation system
5. NFT system ready with plant in the net pot
STEP

***Figura 5**. Procedura passo-passo per costruire un sistema NFT modificato e fissato a una recinzione di terrazza.*

Tavoli di coltivazione

Nei tavoli di coltivazione le piante sono coltivate in una struttura a scatola (**Fig. 6**). In tali sistemi è fondamentale scegliere il contenitore giusto come tipo e dimensione, prendendo in considerazione diversi fattori: lo spazio e i mezzi tecnici ed economici a disposizione, come anche esigenze ed intenti della famiglia o del gruppo coinvolto nelle attività. I sistemi di coltivazione in contenitore sono generalmente realizzati in legno grezzo o pallet riciclati. Le esperienze passate suggeriscono di scegliere dimensioni di circa 1 m^2 (1,2 x 1 m) con bordi alti almeno 20 cm. Anche se nella pratica le vasche di coltivazione potrebbero anche essere appoggiate al terreno, nei climi più caldi, i contenitori devono essere rialzati, utilizzando almeno 4 supporti, per consentire una buona circolazione dell'aria sotto di essi e per evitare un eccessivo scambio termico con il terreno. In questo modo si evitano surriscaldamenti delle radici e scarsa ossigenazione dell'acqua.

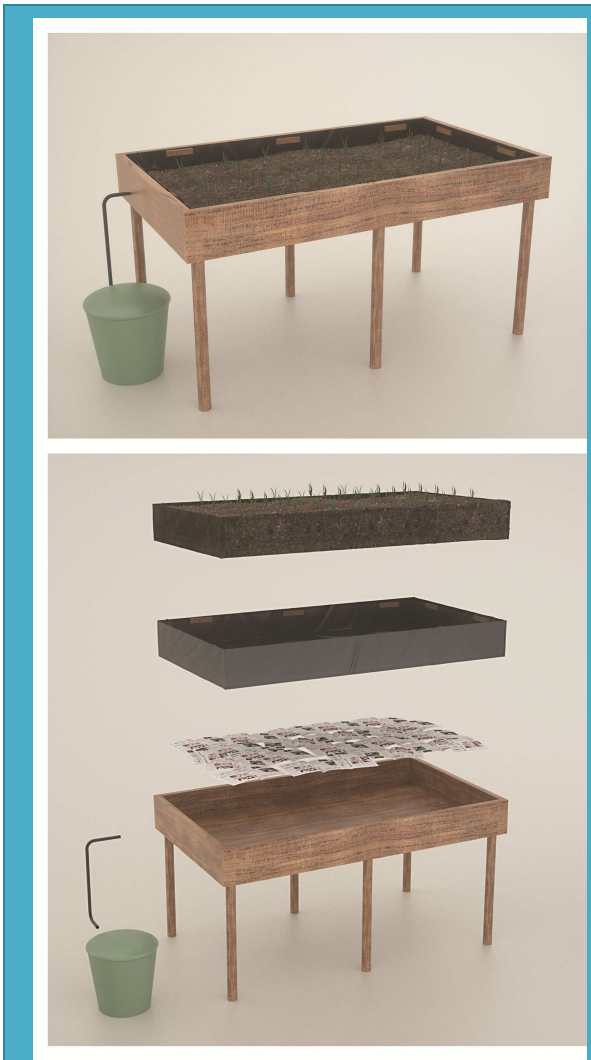


Figura 6. *Struttura di base di un tavolo di coltivazione.*

Il sistema è stato utilizzato con successo nelle condizioni climatiche più diverse (**Fig. 7**) ed è risultato essere particolarmente adatto per verdure di dimensioni medio-grandi come pomodoro, peperone, cetriolo, melanzana e peperoncino, che hanno bisogno di più spazio per lo sviluppo delle radici. Comunque, i risultati sono stati soddisfacenti anche con carote o verdure a foglia (lattuga, spinaci, ecc.). Bisogna considerare che, rispetto ad altri sistemi, il sistema con contenitori presenta una minore efficienza dell'uso dell'acqua come conseguenza della maggior superficie di substrato esposta all'aria. Tuttavia, rimane rilevante il risparmio di acqua rispetto all'agricoltura tradizionale.

Figura 7. *Esempi di tavoli di coltivazione a Bologna (Italia, sopra), Teresina (Brasile, seconda riga), Trujillo e Lima (Perù,terza riga), Abidjan (Costa D'Avorio,in basso a sinistra) and Tidjika (Mauritania, in fondo a destra).*

Come costruire un tavolo di coltivazione

Materiale necessario: 2 pallet (preferibilmente della stessa dimensione e con assi larghe 15 centimetri), 4 angolari di ferro, 16 viti di circa 3 cm di lunghezza, 4 viti lunghe circa 8 centimetri, impregnante per legno, foglio impermeabile di polietilene nero

Istruzioni: Smontare un pallet facendo attenzione a non rompere le tavole di legno. Levigare la superficie del legno di tutte le assi ottenute e gli altri pallet **(Fig. 8)**. Una volta che tutto è stato levigato, proseguire montando su ogni pallet 8 assi (2 per ogni lato), che andranno a costituire i bordi del contenitore. Questi bordi dovrebbero assicurare una profondità di circa 30 cm, necessari per la crescita delle radici. Per montare le tavole, cominciare dal loro lato corto, fissando con due viti la prima asse direttamente sul pallet. Tutte le altre assi sono fissate l'una all'altra con i 4 angolari (uno per ogni angolo). Una volta che il contenitore di legno è stato assemblato, è bene utilizzare un impregnante per rendere il legno impermeabile e resistente. Successivamente, la parte interna del contenitore deve essere sigillata con teli impermeabili, anche riciclando sacchi che contenevano terriccio o sacchi per spazzatura, avendo l'accortezza di apportarvi dei tagli al fine di permettere un buon drenaggio.

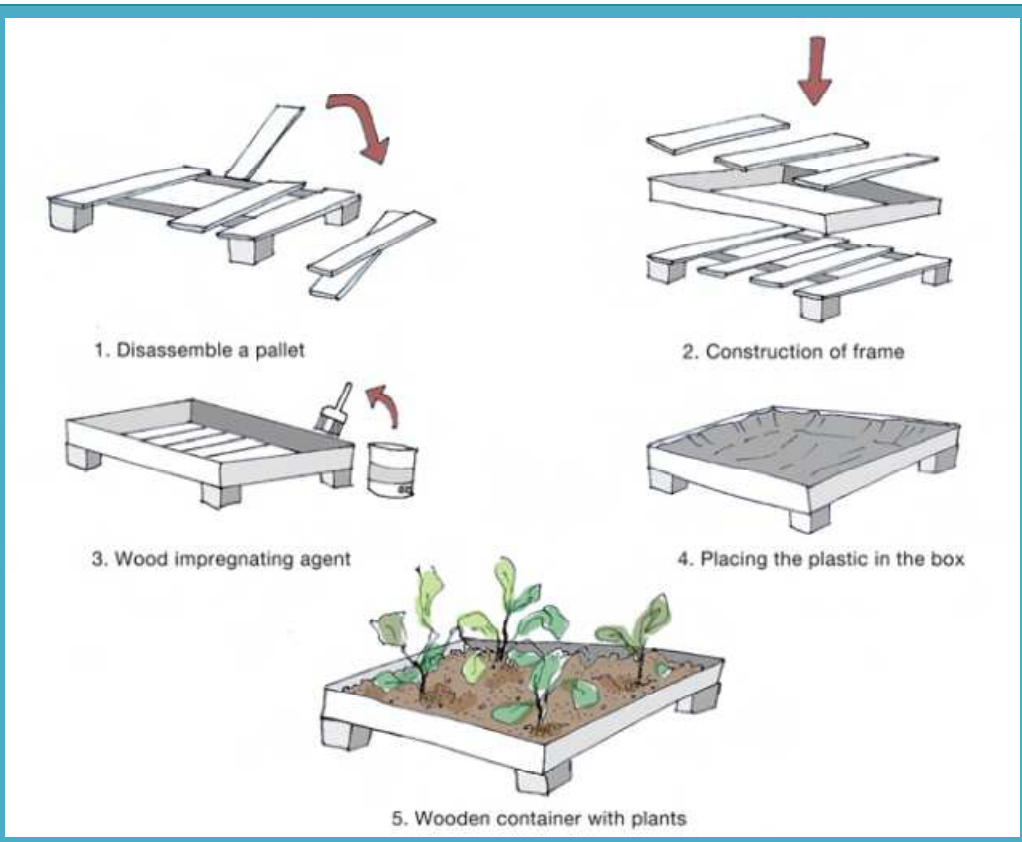

1. Disassemble a pallet
2. Construction of frame
3. Wood impregnating agent
4. Placing the plastic in the box
5. Wooden container with plants

Figura 8 *Procedura passo-passo per costruire un tavolo di coltivazione.*

Come funziona il sistema

Come è stato spiegato precedentemente, il sistema è composto da un contenitore in legno reso impermeabile e riempito con substrato per la crescita. Le piante possono essere trapiantate o seminate direttamente sul sistema e innaffiate con soluzione nutritiva da una a tre volte al giorno (5-10 litri al giorno per m^2). Se si procede con irrigazione a ciclo chiuso, la base del sistema deve risultare leggermente inclinata in modo che la soluzione eccedente possa tornare al serbatoio per essere riciclata, mediante un tubo di drenaggio posto sotto al contenitore.

***Figura 9**. Sistema in contenitori semplificato sul tetto di palazzo di edilizia popolare a Bologna, Italia.*

Coltivazione in pannelli galleggianti (Floating System)

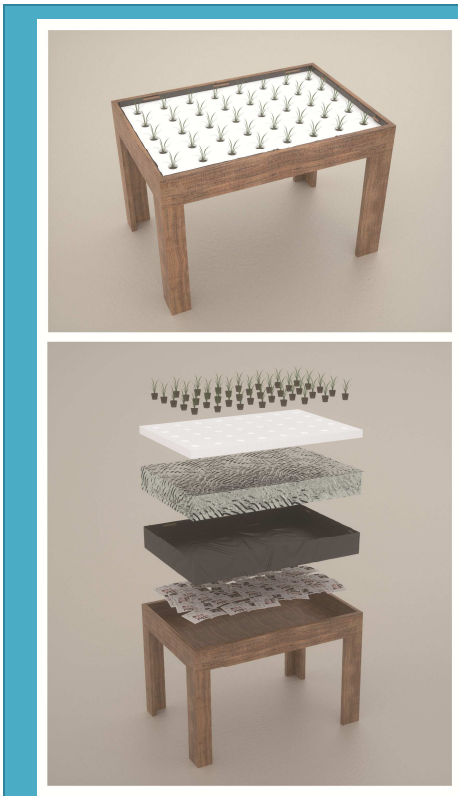


Figura 10. *Struttura di base di un floating system.*

La caratteristica generale di un floating system è che le piante sono fissate su pannelli di polistirolo che galleggiano all'interno di una vasca **(Fig. 10)**. In particolare, nel caso qui presentato, le piante si trovano in vasetti (riempiti con substrato di crescita come supporto meccanico per sostenerle) posti dentro a fori realizzati nei fogli di polistirolo. Il polistirolo viene fatto galleggiare sulla soluzione nutritiva, in modo da mantenere costantemente immerse le radici delle piante. In questo modo la superficie dell'acqua è costantemente e completamente coperta dai pannelli galleggianti, il che consente di evitare anche la crescita di alghe; è importante, soprattutto nei periodi più caldi, che la soluzione nutritiva venga periodicamente ossigenata (o agitandola manualmente, o attraverso impiego di una pompa ad aria da acquari) per garantire condizioni migliori per la crescita delle piante. In generale, tale sistema non permette di far crescere una vasta gamma di ortaggi ed è comunemente utilizzato per la coltivazione di specie da foglia come lattuga, bietola, sedano oppure erbe aromatiche come basilico, coriandolo e prezzemolo **(Fig. 11)**. Anche in questo caso, il dimensionamento del sistema deve tenere conto di spazio, mezzi tecnici ed economici ed esigenze e intenti della famiglia o del gruppo coinvolto nelle attività. Inoltre, la dimensione del tavolo deve adattarsi alle misure esatte dei pannelli galleggianti. Per semplificare, le seguenti istruzioni si basano sulla disponibilità di pannelli in polistirene (spessore 5-7 cm) con dimensioni pari a 1,20 x 0,80 m, che corrispondono alle dimensioni standard dei pallet e dei pannelli.

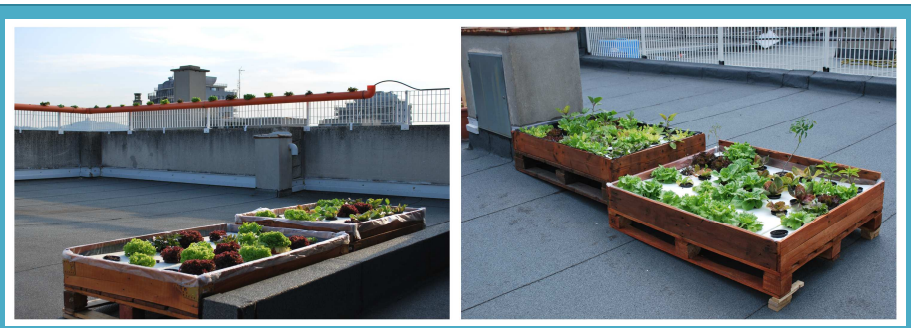


Figura 11*. Sistema in contenitori semplificato sul tetto di edifici di edilizia popolare a Bologna, Italia.*

Come assemblare un contenitore di legno per il sistema di galleggiamento

Materiale necessario: 2 pallet (preferibilmente della stessa dimensione e con 15 cm di larghezza delle tavole), 4 angolari di ferro, 16 viti di circa 3 cm di lunghezza, impregnante per legno, 4 viti lunghe circa 8 cm, foglio impermeabile in polietilene nero, pannelli di polistirolo, trapano con punta a tazza.

Istruzioni di montaggio: Smontare un pallet facendo attenzione a non rompere le tavole di legno. Levigare la superficie del legno di tutte le assi ottenute e gli altri pallet **(Fig. 8)**. Una volta che tutto è stato levigato, proseguire montando su ogni pallet 8 assi (2 per ogni lato), che andranno a costituire i bordi del contenitore. Questi bordi dovrebbero assicurare una profondità di circa 20 cm, necessari per garantire un contenuto adeguato di soluzione nutritiva.

Per montare le tavole, cominciare dal loro lato corto, fissando con due viti la prima asse direttamente sul pallet. Tutte le altre assi sono fissate l'una all'altra con i 4 angolari (uno per ogni angolo). Una volta che il contenitore di legno è stato assemblato, è bene utilizzare un impregnante per rendere il legno impermeabile e resistente. Successivamente, la parte interna del contenitore deve essere resa impermeabile con materiale plastico e, in questo caso, non bisogna lasciare aperture o possibilità di infiltrazione, affinché il sistema sia efficiente. Per farlo, è necessario utilizzare una plastica spessa e nera avente la funzione di contenere la soluzione nutritiva ed evitarne la dispersione ed il contatto con il legno del sistema colturale: il colore nero inoltre risulta necessario per evitare la formazione di alghe. Una volta che il contenitore è pronto, per poter inserire i vasetti si preparano le tavole di polistirolo forandole appositamente con un trapano con una punta a tazza, mantenendo una distanza di circa 20 cm tra i fori.

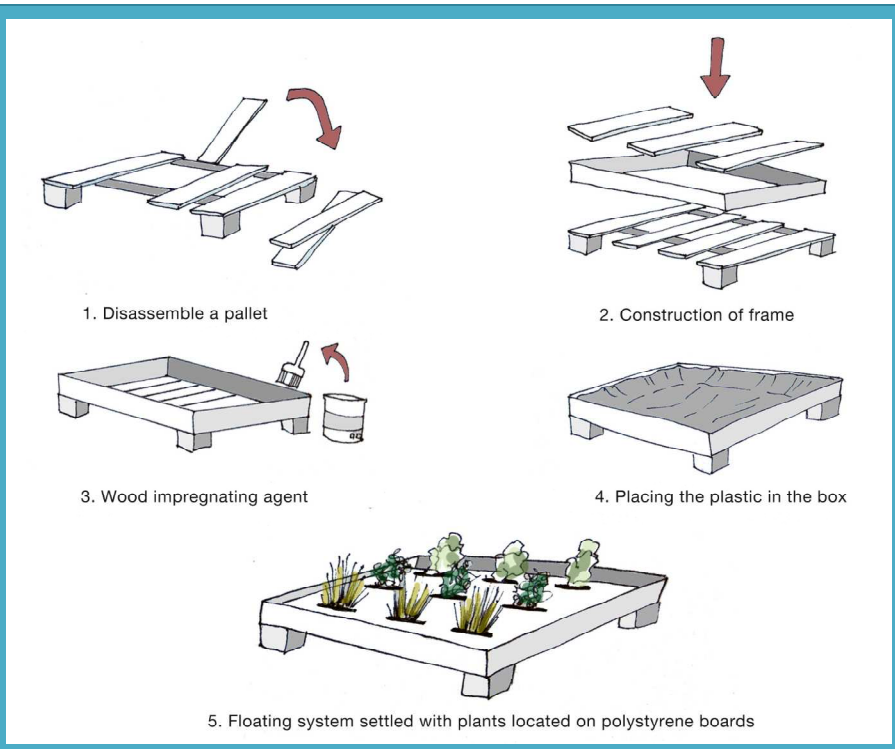

1. Disassemble a pallet
2. Construction of frame
3. Wood impregnating agent
4. Placing the plastic in the box
5. Floating system settled with plants located on polystyrene boards

***Figura 12**.Procedura passo-passo per costruire un floating system.*

Come funziona il floating system

Le piante vengono seminate direttamente o trapiantate nel sistema. Le radici escono e sono costantemente sommerse nella soluzione nutritiva, da cui assorbono acqua e nutrienti. Fino a un sufficiente sviluppo radicale, le piantine devono essere annaffiate manualmente oppure si devono premere delicatamente i pannelli per aumentare l'umidità del substrato. Per garantire un buon funzionamento del floating system, è importante ossigenare costantemente la soluzione nutritiva sotto i fogli di polistirene. Come dato di fatto, il concetto di base della coltura idroponica è che le radici sospese nell'acqua in movimento assorbono cibo e ossigeno rapidamente e quindi la disponibilità di ossigeno è particolarmente rilevante. Il compito del coltivatore è quello di equilibrare la combinazione di acqua, nutrienti e ossigeno a seconda delle esigenze dell'impianto, al fine di massimizzare il rendimento e la qualità. L'acqua può essere ossigenata utilizzando una pompa ad aria per acquario, in grado di diffondere l'ossigeno sotto il pannello galleggiante. Altrimenti, l'ossigenazione può essere ottenuta spostando vigorosamente l' acqua a mano o con un pezzo di legno da due a cinque volte al giorno, facendo sempre attenzione a non rompere la pellicola di plastica. Nella stagione più calda (o se il sistema si trova in una posizione molto soleggiata), la scarsa ossigenazione può andare a ridurre la produttività dell'intero sistema.

Hortilla

Hortilla è il più piccolo sistema fuori suolo semplificato fatto di bottiglie di plastica riciclate. Ogni singola bottiglia costituisce un'unità di crescita e la dimensione dell'orto può essere facilmente adattata a seconda di numero e tipo di bottiglie e alla disponibilità di spazio. Il sistema è composto di due parti: quella inferiore è il serbatoio per la soluzione nutritiva e quella superiore ospita il sistema radicale delle piante.

Figura 13*.Procedura passo-passo per costruire un sistema di coltivazione in bottiglia.*

Come costruire un sistema Hortilla

Collocare una bottiglia in posizione verticale e tagliarla in due parti a circa metà della sua altezza **(Fig. 13)**. Prendere il collo della bottiglia e metterlo capovolto nel fondo della bottiglia. Riempire la parte superiore con il substrato e seminare le essenze scelte. Lasciare il tappo chiuso e aggiungere acqua al substrato fino a che non appare uniformemente bagnato. Posizionare Hortilla in un luogo ombreggiato e fresco fino alla germinazione e quindi spostare la bottiglia sotto il sole diretto. Fare alcuni piccoli fori nel tappo con un chiodo e riempire il serbatoio inferiore con soluzione nutritiva. Il sistema è adatto per la coltivazione di piccole verdure da foglia (es. lattuga) o piante aromatiche (es. coriandolo, prezzemolo, basilico) **(Fig. 14)**.

Figure 14*. Hortilla a Abidjan, Costa D'Avorio.*

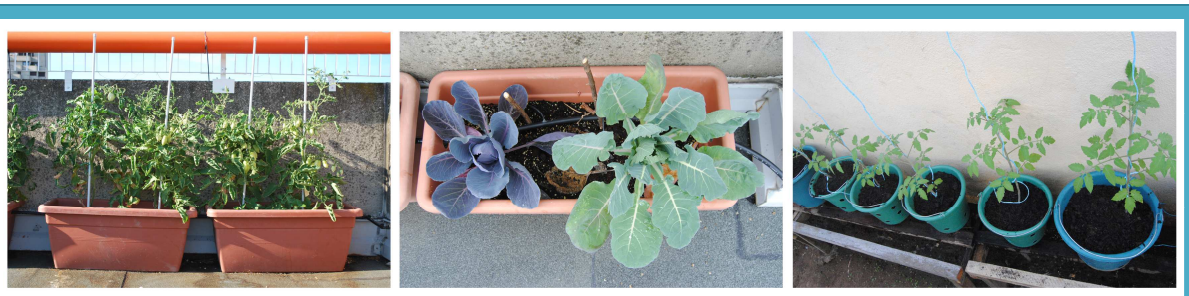
Come funziona Hortilla

L'acqua nel serbatoio idrata il substrato e permette la germinazione e la crescita delle piante. In periodi e/o luoghi particolarmente caldi è importante aprire frequentemente la bottiglia separando le due parti per ossigenare la soluzione nutritiva.

Coltivazione in vasi e contenitori

***Figura 15**. Coltivazione in vaso*

L'impiego di vasi e contenitori **(Fig. 15)** costituisce uno dei modi più semplici per coltivare le piante fuori suolo. Il contenitore per la crescita è fatto di recipienti riciclati (ad esempio cestini, lattine, ecc.) e presenta un foro di drenaggio nella parte inferiore per la soluzione di acqua o soluzione nutritiva eccedente. Questi sistemi di solito funzionano a ciclo aperto e perciò presentano un'efficacia inferiore rispetto all'uso di acqua e nutrienti. Per questo motivo, la soluzione nutritiva viene fornita solo periodicamente e l'irrigazione deve prevedere piccole dosi in più applicazioni giornaliere, per evitare eccessiva imbibizione del suolo e il drenaggio di acqua in eccesso. Per fornire una riserva di minerali può essere utilizzato un substrato organico (ad esempio compost). In questo caso, il tasso di crescita può essere più lento, ma almeno può essere evitato l'utilizzo di fertilizzanti solubili **(Fig. 16**).



***Figua 16**. Coltivazione ortiva in vaso con irrigazione automatica o manuale. Esempi a Bologna, Italia e Abidjan, Costa D'Avorio.*

Sistemi di coltivazione in sacchi

Figura 17*.Sistema di coltivazione in sacchi.*

Il modo più semplice di crescere verdure fuori del suolo è quello di riempire sacchi con substrato e di usarli per ospitare le piante **(Fig. 17)**. In questo sistema non può essere utilizzata irrigazione a ciclo chiuso (l'acqua in eccesso viene persa), ma attraverso l'uso di un terreno nutritivo organico (ad esempio compost), può essere possibile evitare l'uso di concimi minerali. Alcuni miglioramenti del sistema possono essere sviluppati con l'adozione di un sistema di irrigazione a goccia che fornisce irrigazione puntuale e con riduzione del consumo di acqua **(Fig. 18)**. In questo caso, potrebbe essere collocato un film plastico sotto i sacchi per drenare la soluzione nutritiva in eccesso e raccoglierla in un serbatoio per poterla riutilizzare.

Validi esempi di sistemi di coltivazione nei sacchi si possono trovare in ambienti molto diversi dal punto di vista climatico e/o sociale: sono comunemente utilizzati per la coltivazione di ortaggi nel Prinzessinengarten **(Fig. 18)** a Berlino, così come nelle cosiddette "fattorie verticali" di Kibera, Nairobi, Kenya. Nella capitale keniana, questi sistemi hanno salvato la popolazione degli slum dalla fame durante la crisi alimentare del 2007-2008, consentendo la coltivazione di verdure a foglia verde come spinaci o bietola.

Figura 18*. Sistema di coltivazione in sacchi al Prinzessinengarten, Berlino e a Abidjan, Costa D'Avorio.*

DOVE COSTRUIRE UN ORTO

Scelta del sito e aggiustamenti ambientali

L'indipendenza dal suolo fertile può essere indicata come il principale vantaggio della coltivazione fuori suolo semplificata in ambiente urbano. Orti fuori suolo possono essere collocati in balconi, terrazzi, tetti, cortili pavimentati, ecc. Come regola generale, gli elementi principali da considerare quando si sceglie una zona per costruire un orto fuori suolo possono essere elencati come segue :

- Scegliere aree che ricevano almeno 6 ore di sole diretto al giorno. Si consiglia di utilizzare uno spazio con buona illuminazione, orientando il lato più lungo del sistema produttivo verso Nord. Evitare zone ombreggiate oppure vicine ad abitazioni o altri edifici, così come zone esposte a forti venti.

- Scegliere un'area con un approvvigionamento di acqua adeguato e di facile accesso per irrigare.

- Recintare l'orto per limitare gli attacchi di uccelli ed evitare l'accesso degli animali domestici (cani, gatti, ecc...). Questo servirà anche a scoraggiare atti di vandalismo e l'ingresso di persone irresponsabili. Tuttavia, al fine di ridurre il rischio di vandalismo è estremamente importante promuovere la responsabilità sociale, ad esempio una comunità di quartiere che si identifica con l'orto e se ne prenda cura.

- Mantenere l'area circostante pulita e libera da erbe infestanti, che possono ospitare malattie e insetti dannosi per le piante.

Nelle città, l'effetto "isola di calore" causa temperature più elevate rispetto alle aree rurali. Perciò, le temperature nei periodi più caldi possono essere eccessive per consentire la crescita delle piante. L'adozione di strutture di ombreggiatura ha dimostrato di poter fornire grandi benefici alla produttività dell'orto. Specialmente in orti collocati sui tetti o in ambienti esposti al vento, è estremamente importante fissare adeguatamente strutture frangivento ed ombreggianti **(Fig. 19).**

***Figura 19**. Struttura ombreggiante in orti sui tetti di edifici di edilizia popolare a Bologna, Italia.*

TECNICHE DI COLTIVAZIONE

Nutrizione delle piante

Per crescere e produrre, le piante hanno bisogno di nutrienti. Nei sistemi di coltivazione fuori suolo, gli elementi minerali sono disciolti in una soluzione nutritiva in quantità e proporzione corrette. I nutrienti essenziali necessari per la crescita delle piante sono 13, classificati come macronutrienti (necessari in quantità maggiore, Azoto, Fosforo, Potassio, Calcio, Magnesio, Zolfo) - e micronutrienti (richiesti dalla pianta in quantità inferiore, Ferro, Manganese, Boro, Rame, Zinco, Molibdeno e Cloro). Carbonio e ossigeno sono forniti dall'atmosfera, mentre l'idrogeno viene fornito con l'acqua. Ogni elemento è utilizzato in diverse proporzioni e ha funzioni specifiche per lo sviluppo della pianta. Di seguito, sono elencate le principali funzioni di ogni elemento:

- Azoto (N). È l'elemento che le piante richiedono in maggiori quantitativi. Essendo un componente principale della clorofilla, è responsabile del verde della pianta. Promuove una rapida crescita, stimola la produzione vegetativa e migliora la qualità di ortaggi e frutta in quanto induce l'aumento del contenuto di proteine. Sintomi da carenza di N sono identificabili dal colore verde - giallo chiaro delle foglie e da uno sviluppo lento e limitato. Valori estremi di pH contribuiscono al deficit di N.

- Fosforo (P). Stimola la radice, come anche la formazione e lo sviluppo dei fiori, contribuisce alla maturazione dei semi, migliora la colorazione dei frutti e aiuta il vigore vegetativo della pianta e la formazione dei semi. Una sua carenza è associata con color porpora di foglie, rami e tronco, aspetto rachitico, limitato numero di frutti e scarsa produzione di semi.

- Potassio (K). Aumenta il vigore e la resistenza alle malattie, aumenta la dimensione dei semi, migliora la qualità dei frutti. E' molto importante per la funzionalità degli stomi. La carenza di K appare con effetto di bruciatura delle foglie.

- Calcio (Ca). Stimola la formazione e lo sviluppo delle radici laterali, migliora il vigore generale della pianta, stimola la produzione di semi. La carenza appare con bruciature del margine fogliare e marciume nei frutti di pomodoro e pepe.

- Magnesio (Mg). Componente principale della clorofilla, necessaria per la biosintesi degli zuccheri. La carenza appare con giovani foglie verde pallido ed eccessiva ramificazione delle radici.

- Zolfo (S). Conserva l'intensità del colore verde, stimola la produzione di semi e promuove uno sviluppo vigoroso della pianta. Se carente, provoca scarso sviluppo del tronco, debolezza, colore giallo, sviluppo lento e rachitismo.

- Rame (Cu). Per il 70% è concentrato nella clorofilla.

- Boro (B). Favorisce la formazione e la qualità di frutta e verdura. È importante per la qualità dei semi delle leguminose. L'eccesso è estremamente pericoloso e può portare alla morte della pianta.

- Ferro (Fe). Necessario per la biosintesi della clorofilla, il fissaggio di N e la respirazione cellulare.

- Manganese (Mn). Accelera la germinazione e la maturazione, migliora l'assorbimento di calcio, fosforo e magnesio. Ha funzioni nel processo fotosintetico.

- Zinco (Zn). È necessario per la formazione della clorofilla e per la crescita delle piante. È un importante attivatore enzimatico. Le piante carenti di zinco hanno un basso contenuto proteico.

- Molibdeno (Mo). Necessario per la fissazione dell'azoto nei legumi e per la biosintesi delle vitamine.

- Cloro (Cl). Presente di norma nell'acqua, in eccesso può provocare sintomi da stress salino.

La soluzione nutritiva (SN)

La soluzione nutritiva è costituita da acqua e sali minerali disciolti. Principali caratteristiche della soluzione nutritiva sono pH e conducibilità elettrica (EC). Il pH varia da 0 a 14, si definisce acido se ha valori bassi e alcalino quando questi sono alti. Valori estremi sono incompatibili con la vita della pianta. La soluzione nutritiva può essere definita anche in base al suo pH, fortemente acido (pH < 5.5), acido (pH 5.5-6.0), debolmente acido (pH 6.0-6.8), neutro (pH 6.8 -7.3), debolmente alcalino (pH 7.3-8.0), alcalino (pH 8.0-8.5), o fortemente alcalino (pH > 8.5). Valori di pH ottimali nella soluzione nutritiva si trovano tra pH 5.5 e 6.5. In questo intervallo di valori tutti i sali riescono a rimanere in soluzione e a essere disponibili per la pianta. Sopra pH 6.5, alcuni elementi (ad esempio P, Mn e Fe) precipitano e non sono più disponibili per la pianta. Analogamente, la precipitazione di Mg e Ca si verifica quando il pH scende sotto 5.5. Il pH viene misurato usando un pH-metro. La EC è la misura della capacità di una certa soluzione liquida di condurre elettricità. Essendo correlata alla concentrazione dei sali disciolti, fornisce un'indicazione sulla salinità della soluzione nutritiva. Essa può essere espressa in dS m^{-1}, mS cm^{-1} o µS cm^{-1} (1 dS m^{-1} = 1 mS cm^{-1} = 1000 µS cm^{-1}) . Una buona soluzione nutritiva in climi moderatamente caldi dovrebbe presentare una EC che va da

1.5 a 2.2 dS m^{-1} (1.5-2.2 mS cm^{-1} o 1500-2200 µS cm^{-1}). Di fatto, in ragione di una bassa qualità dell'acqua e a differenze nella disponibilità di fertilizzante, una soluzione nutritiva di sufficiente qualità può essere preparata fino a 2.5 dS m^{-1} (2.5 mS cm^{-1} o 2500 µS cm^{-1}). La EC viene misurata utilizzando un conduttivimetro. È estremamente importante preparare la soluzione nutritiva correttamente, sciogliendo uniformemente i sali minerali in acqua. Per la corretta preparazione di una soluzione nutritiva standard esiste un software di facile utilizzo basato sulla piattaforma Microsoft Excel ®, chiamato FRESH (Fertilizers Reckoning for Simplified Hydroponics – Definizione dei fertilizzanti per idroponia semplificata) fornito insieme a questo manuale (**Fig. 20**).

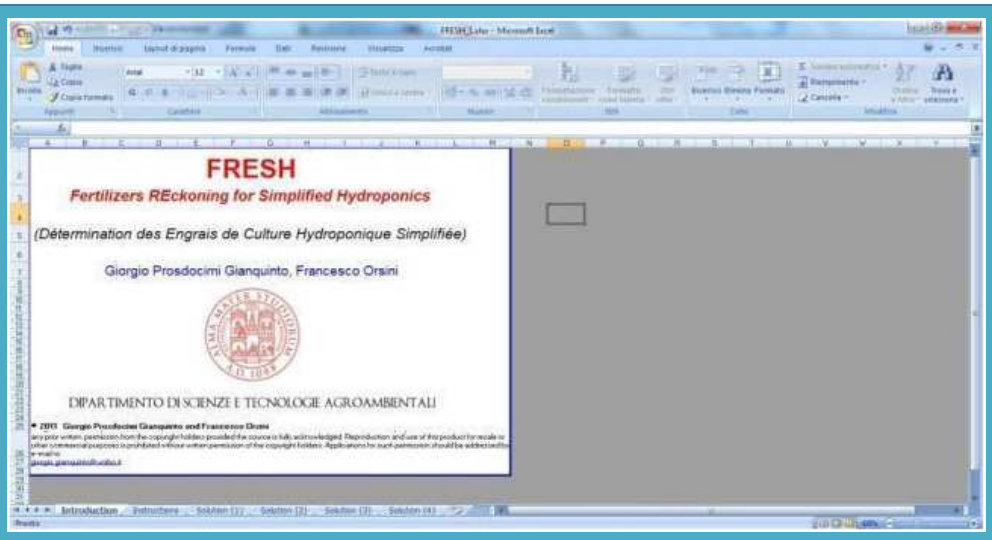

FRESH
Fertilizers REckoning for Simplified Hydroponics
(Détermination des Engrais de Culture Hydroponique Simplifiée)
Giorgio Prosdocimi Gianquinto, Francesco Orsini
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGROAMBIENTALI

***Figura 20**. Interfaccia di FRESH.*

L'uso del software è estremamente semplice. Di seguito viene riportata la procedura passo-passo per l'uso corretto di FRESH per definire i parametri della soluzione nutritiva.

Procedura passo-passo per formulare la soluzione nutritiva con FRESH.

L'interfaccia è organizzata in tre sezioni. Il foglio 1 è la pagina "Introduzione", con la presentazione del programma e i crediti del software. Il foglio 2 contiene le "istruzioni" per l'uso del software. Altri fogli di lavoro (denominati "Soluzione") contengono il calcolo per arrivare alla soluzione nutritiva partendo dai fertilizzanti disponibili. In questi ultimi, le celle presentano colori differenti: quelle che possono essere modificate dagli utenti sono verdi, contenenti i fertilizzanti che possono essere trovati nel luogo selezionato, il loro prezzo e la capacità del serbatoio disponibile. Le celle rosse contengono il calcolo restituito dal software e non sono modificabili dall'utente. Le celle viola rappresentano la soglia da rispettare nella preparazione della soluzione nutritiva. Per utilizzare il software, la procedura da seguire è riportata nella **tabella 1**.

Passo	*Cella(e)*	*Azione*
1	A2	Indica il luogo geografico (opzionale).
2	A5	Indica la capacità del serbatoio (in litri).
3	B7 – K7	Indica il nome dei fertilizzanti disponibili.
4	B9/B23 - K9/K23	Per ogni fertilizzante, indicare la concentrazione (%) di ogni elemento minerale come presente nell'etichetta del fertilizzante. Per esempio in B9 si inserisce la % di N del primo fertilizzante, in B10 la % di P_2O_5 del primo fertilizzante e così via.
5	B25-K25 e M9-M23 e N9-N23 / O9-O23	Inserire la quantità di fertilizzante (in grammi) che si pensa di sciogliere in 1000 litri di acqua e verificare che la concentrazione di ogni elemento (M9-M23) sia compresa nell'intervallo presente nelle colonne min-max (N9-N23 and O9-O23).
6	M9-M23 and B25-K25	Se la concentrazione di alcuni elementi (M9-M23) risulta lontano dai limiti della soglia min-max (N9-N23 and O9-O23), viene richiesto di rivedere la quantità dei vari fertilizzanti (B25-K25) e di verificare nuovamente
7	B26-K26	Quando tutti i valori rientrano nei limiti min-max, nella riga 26 viene indicata la quantità di ogni fertilizzante (in grammi) che deve essere aggiunta nel serbatoio riempito di acqua.
8	B27-K27	Inserire nella riga 27 il costo al Kg di ogni fertilizzante (opzionale).
9	B28-K28	Nella riga 28 si indica il costo di ogni fertilizzante nel serbatoio.
10	B29	Nella cella B29 viene indicato il costo totale dei fertilizzanti per ogni serbatoio.

Tabella 1. Procedura passo-passo per preparare la soluzione nutritiva con FRESH.

Alcuni suggerimenti:

1) La quantità totale di fertilizzante con microelementi (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo) di solito ha valori compresi tra 50 e 250 grammi per 1000 litri di soluzione nutritiva. Inizia a preparare la soluzione nutritiva da questo fertilizzante, con una quantità di 100-200 g.
2) La quantità totale di fertilizzante con macroelementi (N, P_2O_5, K_2O, S, MgO, CaO), di solito ha valori compresi tra 250 e 1000 grammi per 1000 litri di soluzione nutritiva. Inizia con 500 - 750 grammi.

3) Mentre aggiungi i fertilizzanti, controlla che la concentrazione totale nella soluzione nutritiva (cella O27) sia compresa tra 1 e 3 grammi/litro (come riportato nelle celle O28 e O29) così si dovrebbe ottenere un valore ottimale di EC (cella M25).
4) In caso ci si trovi in località o stagione calda e secca, è consigliabile ridurre la concentrazione della soluzione nutritiva per contenere il valore di EC a 1.4-1.8 dS m^{-1}. Invece, in caso di clima fresco e piovoso, la EC della soluzione nutritiva deve essere incrementata fino a 2.5 dS m^{-1}. Se durante il calcolo della soluzione nutritiva non si riesce a far rientrare il valore di EC in questi intervalli, è consigliabile controllare con cura lo stato della pianta. In presenza di sintomi da stress salino (margini fogliari giallognoli e bruciati), seguire la seguente procedura:
    a. Ridurre la quantità di ogni fertilizzante del 20-30% (esclusi i fertilizzanti con microelementi);
    b. Ridurre gli intervalli tra le irrigazioni e il tempo di irrigazione;
    c. Una volta ogni 10 giorni procedere irrigando con sola acqua.

Suggerimenti per la preparazione e conservazione della soluzione nutritiva

- Sciogliere completamente i sali minerali nell'acqua. Per farlo, sciogliere ogni fertilizzante in un secchio con un po' di acqua mescolando fino a che non sia scomparso ogni residuo solido, per poi aggiungere quanto risultante all'acqua con cui si è riempito il contenitore principale. Evitare che i fertilizzanti entrino in contatto, in particolare quelli che contengono solfati (S) e fosfati (P), con quelli contenenti calcio (Ca).
- Conservare il fertilizzante, liquido o solido che sia, in un posto buio e fresco. Etichettare sempre i fertilizzanti.
- Quando si prepara una nuova soluzione, misurare accuratamente ogni componente, per evitare che la soluzione nutritiva non sia ben equilibrata o che i nutrienti possano precipitare. Usare acqua comune a temperatura ambiente.

Substrato

La principale funzione del substrato è quella di supporto delle piante e allo stesso tempo di permettere un flusso costante della soluzione nutritiva. Il substrato non deve necessariamente avere funzione di nutrimento e può perciò essere anche inerte. I substrati adeguati possono essere costituiti da diversi materiali quali, ad esempio, piccole pietre, sabbia, pomice, vermiculite, lolla di

riso tostata o fermentata, fibra di cocco, gusci di cacao e/o arachide o una combinazione di questi elementi. Un buon substrato presenta le seguenti caratteristiche:

- resistenza alla degradazione (durabilità);
- assenza di sostanze minerali solubili;
- assenza di macro- e micro-organismi (per limitare i rischi di malattie delle piante);
- scuro, al fine di consentire la crescita delle radici e ridurre la formazione di alghe;
- buona ritenzione idrica, ma allo stesso tempo drenante;
- in grado di mantenere alta l'umidità di superficie;
- facilmente reperibile in contesto locale;
- conveniente, leggero e facilmente trasportabile.

Di seguito, vengono descritte le proprietà di alcuni dei substrati più comunemente usati nella coltivazione fuori suolo semplificata:

Terriccio commerciale

È un mezzo che può essere usato per coltivare piante erbacee e ortaggi in vaso o altro contenitore. È anche chiamato mix da vaso o terriccio. Contiene generalmente torba, corteccia compostata, sabbia, perlite e compost di funghi, a concentrazioni variabili. Nonostante il suo nome, nella sua preparazione viene utilizzato molto poco terreno (o anche nulla) in quanto altrimenti sarebbe troppo pesante per la coltivazione di piante in vaso (bassa porosità). La sua applicazione in sistemi fuori suolo semplificati può essere migliorata miscelandolo con altri tipi di substrato (ad esempio argilla espansa, perlite).

Aggregati di argilla espansa (argilla espansa)

Gli aggregati di argilla sono un guscio di ceramica leggero con anima a nido d'ape prodotta dalla cottura di argilla naturale a temperature di 1100-1200 °C. Alla fine del periodo di coltivazione, possono essere puliti e sterilizzati per lavaggio in una soluzione di aceto bianco, candeggina o acqua ossigenata e poi risciacquati a fondo. Peso ridotto e alta porosità fanno dell’argilla una preziosa opzione per gli orti sui tetti.

Perlite

La perlite è un silicato d’alluminio che dopo il trattamento a 850-900 °C perde acqua con conseguente espansione del materiale di 7-16 volte il suo volume originale. In orticoltura, la perlite

può essere usata come ammendante o semplicemente come mezzo per la coltivazione idroponica o per la radicazione di talee. Caratterizzata da elevata permeabilità/bassa ritenzione idrica, aiuta il drenaggio dell'acqua in eccesso. Può essere usata da sola in caso di irrigazioni frequenti, oppure mescolata con i substrati che trattengono maggiormente acqua nel caso di irrigazioni più rade. Grazie al peso ridotto, la perlite può essere facilmente utilizzata negli orti sui tetti.

Fibra di cocco

La fibra di cocco è un substrato derivante dal guscio di noce di cocco in seguito a tre operazioni: macinazione, pressatura e selezione. Con la macinazione, il substrato viene ridotto in piccoli pezzi che possono facilmente ospitare le piante in crescita. Pressando, il volume del substrato viene ridotto e con la selezione vengono eliminati i pezzi più grandi non macinati. Le caratteristiche fisiche del substrato processato sono ottimali per la coltivazione fuori suolo e la fibra di cocco è tra i substrati più utilizzati anche nell'idroponica commerciale. Un problema comune che può verificarsi quando nella coltivazione fuori suolo si usa fibra di cocco di bassa qualità è relativo alla salinità. Le palme da cocco sono generalmente coltivate lungo le aree costiere e i venti marini carichi di aria salmastra possono provocare la deposizione di sali sulle noci di cocco. Il problema può essere facilmente superato lavando il substrato. Per ottenere buoni risultati, il substrato viene immerso in acqua per 2-3 giorni. Il processo di lavaggio può consentire di ridurre la salinità del substrato dai valori iniziali di 3,0 dS m^{-1} fino a 0,3 dS m^{-1}.

La coltivazione fuori suolo in condizioni climatiche difficili

Un obiettivo importante dell'orticoltura urbana comunitaria è la creazione di sistemi per la produzione del cibo ad elevata sostenibilità ambientale. Spesso, ci si indirizza verso metodi di coltivazione biologica, e così la preparazione di compost può risultare estremamente utile per ottenere un buon substrato di coltivazione. Un esempio pratico può essere dato dalle esperienze maturate nell'orto comunitario Allmende-Kontor a Berlino. Essendo realizzato all'interno di un ex-aeroporto e pertanto suscettibile a forte inquinamento del terreno, e nascendo sulla base di una concessione temporanea, l'impiego di sistemi di coltivazione fuori suolo ha consentito la nascita di una delle esperienze più interessanti a livello europeo di orticoltura comunitaria. Nelle condizioni atmosferiche in cui tale orto è realizzato, (forte esposizione al vento e sole che asciugano molto rapidamente il substrato contenuto nelle vasche di coltivazione rialzate), le perdite di acqua e nutrienti sono elevate. Inoltre, qualora il volume di substrato sia contenuto (ad esempio nei sistemi ricavati da contenitori alimentari o bottiglie), la riserva idrica è estremamente ridotta e diventano così necessarie abbondanti irrigazioni, con riduzione dell'efficienza d'uso dell'acqua.

In questa specifica situazione, i sistemi fuori suolo hanno bisogno di cure e soluzioni particolari, quali ad esempio la pacciamatura (ad esempio copertura con paglia per ridurre le perdite d'acqua) e il compostaggio. Ad Allmende-Kontor, uno degli orticoltori (con conoscenze negli ambiti dell'ecologia e sostenibilità ambientale) ha avviato un gruppo di persone addette alla preparazione del compost per tutti. In diversi laboratori, ha introdotto un metodo rapido di compostaggio, che permette di produrre materiale organico entro poche settimane.

***Figura 21**. Processo di compostaggio veloce a Allmende-Kontor, Berlino. I rifiuti dell'orto vengono raccolti da circa 800 ortisti e poi i rami vengono tagliati in piccoli pezzi e accatastati in diversi strati: residui colturali freschi (verdi)- residui colturali legnosi (marroni) – scarti organici di cucina. Una volta creato il cumulo, un buco nel mezzo rende possibile l'ossigenazione del compost, favorendo l'attività microbica ed accelerando così il processo di compostaggio. In soli 3 mesi è pronto un terriccio di alta qualità. Sotto la "tartaruga" il compost può raggiungere una temperatura di 60 ° C*

Una rapida descrizione delle attività di compostaggio è qui fornita dal Compost Team in Allmende-Kontor: "Abbiamo compostato i residui colturali dell'orto secondo procedure rapide biologiche/biodinamiche. Dagli scarti della coltivazione e delle nostre cucine è possibile produrre terriccio fresco e di alta qualità per i nostri orti, dopo al massimo tre mesi. Siete invitati a visitare il nostro contenitore per la raccolta rifiuti dell'orto e la nostra *tartaruga*: sotto il guscio della tartaruga il materiale si decompone. Il modello mostra i risultati dopo un mese e dopo tre mesi, rispettivamente". Periodicamente, il Compost Team organizza seminari di formazione sul compostaggio.

***Figura 22**. Processo di compostaggio visualizzato in 3 passi: (1) residui dell'orto – (2) dopo un mese – (3) pronto, dopo 3 mesi*

IL VIVAIO

Le piante possono essere seminate direttamente nel sistema fuori suolo o possono essere trapiantate una volta che hanno sviluppato alcune vere foglie. Si preferisce generalmente trapiantare le nuove piante subito dopo il raccolto precedente, poiché in questo modo si può ridurre l'intervallo di tempo tra un raccolto e l'altro. Di solito, gli ortaggi a foglia (ad esempio lattuga o spinaci) e le colture frutticole medie (per esempio pomodoro, peperone) sono seminati in un vivaio e poi trapiantate nel sistema di coltivazione fuori suolo. Infatti, la semina diretta è preferibile per gli ortaggi come carote, rape, piselli o fagioli per riuscire a preservare la struttura della radice.

Preparazione della semina in ambiente protetto: il semenzaio

La semina può essere fatta in vaschette di plastica o polistirolo con un substrato costituito da terriccio commerciale con aggiunta di perlite o argilla espansa o altra miscela di substrati inerti/organici in base alla disponibilità locale. Quando i vassoi sono pronti, mettere uno o più semi in ogni foro. Poi coprire i semi con un sottile strato di substrato (la profondità di impianto dipende dalla specie). Coprire i vassoi e bagnarli due volte al giorno, senza permettere mai che il substrato si asciughi. Dopo la germinazione i vassoi devono essere spostati nel vivaio dove hanno ancora bisogno di protezione dal sole diretto e intenso (reti ombreggianti dovrebbero ridurre l'incidenza solare in misura del 50%). In questa fase, le piante devono essere annaffiate con soluzione nutritiva due volte al giorno fino al trapianto, che si verifica quando le piantine presentano 4-5 foglie vere.

Note

La qualità delle piantine è fondamentale per ottenere rendimenti soddisfacenti e accorciare il ciclo di coltivazione. Le prime fasi sono le più delicate e richiedono una cura costante, quindi alcuni consigli sono:

1. scegliere accuratamente i semi . Preferire, quando possibile antiche varietà e cultivar tradizionali;
2. costruire il semenzaio in una zona aerata per evitare problemi di umidità e preferire una zona luminosa;
3. costruire il semenzaio vicino al giardino in modo da ridurre lo stress climatico dopo il trapianto;
4. lavare i vassoi con ipoclorito di sodio (1%) prima della semina e asciugarli al sole;
5. fare controlli frequenti per verificare l'eventuale presenza di malattie fungine o insetti pericolosi nel semenzaio ed essere pronti a intervenire;
6. l'irrigazione deve essere adeguatamente programmata ed efficiente per evitare ristagni d'acqua;

7. è buona pratica utilizzare un sistema di nebulizzazione nel semenzaio per ridurre le temperature nelle ore più calde della giornata, durante i periodi critici e i mesi più caldi;
8. evitare danni meccanici causati da grosse gocce di annaffiatoio sulle giovani piantine, utilizzare invece sub-irrigazione dei vassoi;
9. mantenere le aree interne ed esterne del vivaio pulite dalle malerbe;
10. ridurre la densità delle piante subito dopo la germinazione per evitare la concorrenza tra le piantine e lasciare solo la piantina più sviluppata e vigorosa. Separare le piantine solo se le radici non sono troppo intrecciate tra loro, altrimenti intervenire con delle forbici tagliando le piantine più stentate.

Trapianto delle piantine in sistemi fuori suolo

Il trapianto è una fase molto delicata. Il danno alle radici deve essere ridotto al minimo. Bagnare i vassoi prima del trapianto aiuterà a rimuovere piantine dal substrato, mantenere le piantine turgide e di conseguenza ridurre il trauma da trapianto. È buona norma organizzare il trapianto evitando le ore più calde della giornata (cosa particolarmente critica durante i mesi estivi). Le piantine devono essere trapiantate alla giusta profondità (criterio specie-specifico) e il substrato deve essere premuto delicatamente intorno l'apparato radicale. Specie o cultivar differenti hanno una diversa lunghezza del ciclo dalla semina al trapianto (**Tabella 2**).

Specie	*Semina e germinazione (giorni)*	*Periodo compreso tra germinazione e trapianto (giorni)*	*Trapianto e raccolta (giorni))*
Lattuga	5	15-18	25-30
Pomodoro	6	18-22	65
Cetriolo	5	15-18	40
Melanzana	10	20-25	75
Cipolla	10	30-35	80
Erba cipollina	10	30-35	55
Peperone	12	30-35	80
Cavolo	7	30-35	90
Cavolfiore	7	20-25	75
Gombo	3	15	35
Coriandolo	7	20-25	40

***Tabella 2**: informazioni generali sul ciclo di alcune colture ortive*

GESTIONE DELLE PROCEDURE COLTURALI DI ROUTINE

Come principio generale, la manutenzione dell'orto deve essere eseguita una volta all'anno, al fine di mantenere massima l'efficienza del sistema di coltivazione.

Gestione stagionale dell'orto

Durante la primavera solitamente si esegue una manutenzione generale. In estate, nei climi più caldi, impianti e serbatoi d'acqua dovrebbero essere protetti dalle radiazioni solari dirette con una rete ombreggiante. Ciò permetterà anche di evitare alte temperature della soluzione nutritiva. Ogni settimana, EC e pH della soluzione nutritiva devono essere controllati con un pH-metro e conduttivi metro e corretti di conseguenza.

Gestione annuale dell'orto

Almeno una volta l'anno il sistema ha bisogno di altre cure, come:
- Il timer idraulico deve essere rimosso durante l'inverno per evitare rotture dovute a formazione di ghiaccio;
- Il substrato deve essere miscelato con uno fresco oppure fertilizzato;
- L'impianto idraulico deve essere lavato. E 'una buona pratica sommergere i gocciolatori per 48 ore in una soluzione di acido citrico o acqua e aceto.

LETTURE CONSIGLIATE

-Bradley, P. and Marulanda, C. 2001. Simplified hydroponics to reduce global hunger. Acta Hort. 554:289-296.

-Caldeyro Stajano, M., Cajamarca, I., Erazo, J., Aucatoma, T. and Izquierdo, J. 2003. Simplified Hidroponics: Improvement of food security and nutrition to children aged 0 to 6, a case study from Ecuador. http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/biotecu2.pdf, last connection 04/02/08.

-Caldeyro-Stajano, M. 2003. The family grown hydroponics vegetable garden as a food security and nutrition strategy for urban low income population. a case study from Uruguay. Social uses of simplified hydroponics by different population Practical hydroponics and greenhouses, 73. http://www.chasque.net/frontpage/asudhi/Pagina-Ingles/Simplified%20Hydroponics-Rocha.PDF.

-Caldeyro-Stajano, M., Cajamarca, I., Erazo, J., Aucatoma, T. and Izquierdo, J. 2003. Simplified hydroponics in Ecuador. Practical hydroponics and greenhouses, 71. Available online at http://www.hydroponics.com.au/php/viewtopic.php?t=74.

-Caldeyro-Stajano, M. 2004. Simplified hydroponics as an appropriate technology to implement food security in urban agriculture. Practical hydroponics and greenhouses, 76. Available online athttp://www.cipotato.org/urbanharvest/documents/pdf/SHAU_Foodsecurity.pdf.

-Calheiros M., 2004. Notas da palestra sobre “Hidroponia o cultivo sem terra”. Maceiò, Brasil.

-Enzo, M., G. Gianquinto, R. Lazzarin, F. Pimpini, Sambo P., 2001. Principi Técnico Agronomici della Fertirrigazione e del Fuori Suolo. Veneto Agricoltura. Padova-Italia.

-FAO, 1993. Manual Técnico la Huerta Hidropónica Popular. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago-Chile

-FAO, 1996. La Empresa Hidropónica de Mediana Escala: la Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante NFT. Ed. Universidad de Talca. Talca-Chile.

-FAO, 2000. Hidroponia Escolar. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago-Chile. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

-Fecondini M, Casati M, Dimech M, Michelon N, Orsini F., Gianquinto G. (2009). Improved cultivation of lettuce with a low cost soilless system in indigent areas of northeast brazil. Acta Hort., 807:501 – 507.

-Fecondini M., Damasio De Faria A.C., Michelon N., Mezzetti M., Orsini F., Gianquinto G. (2010). Learning the value of gardening: results from an experience of community based simplified hydroponics in north-east Brazil. Acta Hort.881: 111-116

-Gianquinto G, Orsini F., Michelon N, Ferreira Da Silva D, Damasio De Faria F. (2006). Improving yield of vegetables by using soilless micro-garden technologies in peri-urban area of north-east Brazil. Acta Hort., 747: 57-65.

-Gianquinto G. Michelon N., Orsini F., 2007: Idroponia in un'area povera del nord –est del Brasile. Un esempio di cooperazione decentrata. Regione Veneto – FAO, pg. 95I percorsi dello sviluppo – Agricoltura e ruralità nei paesi ad economia povera – A cura di Giorgio Franceschetti

-Gianquinto G., Ferreira Da Silva, D., Michelon N., Orsini F., Tromboni F., 2006. Manual pratico de horticultura hidrôponica para cultivar hortaliças em area urbana e periurbana. Pp. 35.

-Gianquinto G., Lopez Medina E., 2004. Manual pratico de horticultura hidropônica. CESVITEM, Trujillo, Perù.

-Marulanda, C. and Izquierdo, J. 1993. Popular Hydroponic Gardens. Technical Manual published by FAO and UNDP. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, Santiago, Chile.

-Mezzetti M., Orsini F., Fecondini M., Gianquinto G. (2010). Women and simplified hydroponics: community gardening as a way of emancipation in Trujillo, Peru. Acta Hort. 881: 169-172

-Orsini F., Michelon N, Scocozza F, Gianquinto G. (2009). Farmers-To-Consumers Pipeline: An Associative Example Of Sustainable Soil-Less Horticulture In Urban And Peri-Urban Areas. Acta Hort., 809: 209–220.

-Orsini F., Fecondini M., Mezzetti M., Gianquinto G. (2010). Simplified hydroponic floating systems for vegetable production in Trujillo, Peru. Acta Hort. 881: 157-162

-Orsini F., Mezzetti M., Fecondini M., Gianquinto G. (2010). Simplified substrate soilless culture for vegetable production in Trujillo, Peru. Acta Hort. 881: 163-168

-Orsini F., Morbello M., Fecondini M, Gianquinto G. (2010). Hydroponic gardens: undertaking malnutrition and poverty through vegetable production in the suburbs of Lima, Peru. Acta Hort. 881: 173-178

-Orsini F., Kahane R., Nono-Womdim R., Gianquinto G. (2013). Urban agriculture in the developing world. A review. Agronomy for Sustainable Development, in press.

-Rodríguez-Delfín, A., Chang, M. and Hoyos, M. 2001. Lettuce production in a Peruvian modified dft system. Acta Hort. 554:273-278.

HORTIS